

7. Портал машиностроения. URL: <http://www.mashportal.ru/career-37650.aspx> (дата обращения: 01.04.2018).

8. Исследовательская компания «Abercade»: Уральское машиностроение: пути выхода из кризиса. URL: <http://www.abercade.ru/research/analysis/994.html> (дата обращения: 01.04.2018).

9. Информационно-аналитическое агентство «УралБизнесКонсалтинг». URL: <http://urbc.ru/1068073851-v-sverdlovskoy-oblasti-chislennost-rabotnikov-mashinostroitelnoy-otrasli-sokratilas-na-31.html> (дата обращения: 01.04.2018).

УДК 314.154.4

А. С. Водолеев, М. А. Захарова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИИ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация

В статье освещаются основные этапы обезвреживания осадков сточных вод. Особое внимание уделяется использованию промышленных отходов металлургии в качестве обезвреживающего материала.

Ключевые слова: обезвреживание, обеззараживание осадков сточных вод, дегельминтизация, тяжелые металлы, химические токсиканты, лабораторные, промышленные исследования, окалина блюминга, аспирационная пыль, содержание цинка, свинца, меди, фтора, известковая пыль.

Abstract

The article highlights the main stages of decontamination of sewage sludge. Particular attention is paid to the use of industrial wastes of metallurgy as a disinfecting material.

Key words: neutralization, disinfection of sewage sludge, degel-minization, heavy metals, chemical toxicants, laboratory, industrial studies, blooming scale, aspiration dust, content of zinc, lead, copper, fluorine, calcareous dust.

В России и за рубежом накоплен определённый опыт по обезвреживанию осадков сточных вод [1, 2]. Для обезвреживания осадков используется промышленные отходы: цементная пыль, зола каменного угля или бактериальная микрофлора, окисляющая токсические соединения в биологическом реакторе [3].

Для обеззараживания осадков сточных вод (ОСВ) кроме термофильного сбраживания в метантенках, термической обработки, пастеризации и обработки гашеной известью применяют более современные методы, такие, как радиационный, используют также электронные носители. После радиационной обработки в осадке практически отсутствуют сальмонелла, кишечная палочка и была достигнута полная его дегельминтизация [4].

Химический состав исследуемых твердых отходов зависит от источников их возникновения, применяемых методов очистки и способов обезвреживания. Под обезвреживанием понимается снижение содержания токсичных для живых

организмов водорастворимых соединений тяжелых металлов (ТМ) и химических токсикантов.

На иловых картах городских очистных сооружений города Новокузнецка общей площадью 27,5 га накоплено не менее 300000 т ОСВ, то есть, существует проблема их размещения и утилизации.

Сотрудники НПП «Экоуголь» проводят обширные лабораторные и промышленные исследования по способам обезвреживания осадков сточных вод из илонакопителя очистных сооружений г. Новокузнецка.

В ходе проведенных исследований обезвреживание рассматривалось как способ, обеспечивающий снижение содержания водорастворимых форм фтора, свинца, меди, цинка и никеля. Исследовались следующие отходы городских очистных сооружений (ГОС):

- сырой осадок;
- избыточный активный ил;
- смесь отходов (ОСВ).

В качестве обезвреживающих добавок использовались отходы Западно-Сибирского металлургического комбината АО «ЕВРАЗ ЗСМК»:

- аспирационная пыль цеха обжига известняка (ЦОИ);
- окалина блюминга.

В таблице 1 приведены данные о химическом составе используемых материалов.

Таблица 1

Химический состав отходов АО ЗСМК

Наименование материала отходов	Содержание химических элементов и соединений, %								
	CaO	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	S	P ₂ O ₅
Аспирационная пыль ЦОИ	76,6	1,73	–	2,60	3,95	–	0,76	0,26	0,10
Окалина блюминга	0,80	39,40	54,60	0,90	0,58	0,55	0,30	0,10	0,04

Известно, что негашеная известь обеспечивает:

- перевод ионов металлов в нерастворимые гидроксиды и карбонаты, связывание фтора в труднорастворимый флюорит CaF₂;
- подавление жизнедеятельности болезнетворных микроорганизмов вследствие повышения щелочности;
- гибель яиц гельминтов в условиях экзотермической реакции гашения активного кальция извести;
- разложение полихлорированных бифенилов (ПХБ) – самых устойчивых и трудно удаляемых хлорорганических соединений. Окалина также может обладать обезвреживающим эффектом благодаря наличию оксида железа (III) Fe₂O₃, способного восстанавливать ионы металлов.

Аспирационная пыль ЦОИ характеризуется наряду с высоким содержанием СаО – до 76,6 %, тонкодисперсным составом (размер частиц < 0,1 мм), а, следовательно, реакционной поверхностью, обеспечивающей высокую эффективность взаимодействия с обрабатываемыми отходами.

В таблице 2 приведено содержание исследуемых компонентов в обезвреживающих добавках, а также их предельные значения в исходных отходах ГОС, установленные в ходе проведения эксперимента. Обе добавки в целом характеризуются значительно меньшим по сравнению с отходами ГОС содержанием фтора и меди. В то же время, содержание цинка в аспирационной пыли ЦОИ и свинца в обеих добавках существенно выше, чем в отходах ГОС. Водорастворимые соединения никеля в исходных пробах отходах ГОС обнаружены не были, в то время как в аспирационной пыли ЦОИ их содержание составило 0,015 мг/кг сухого вещества, а в окалине блюминга – 0,36 мг/кг сухого вещества.

Таблица 2

Содержание растворимых соединений исследуемых материалов

Наименование материала	Содержание элементов, мг/кг сухого вещества				
	F	Pb	Cu	Zn	Ni
Аспирационная пыль ЦОИ	2,40	0,07	0,02	0,07	0,015
Окалина блюминга	0,31	0,07	0,02	<0,01	0,36
Сырой осадок	7,0 – 13,7	0,04 – 0,11	0,11 – 1,89	0,04 – 2,30	н/о*
Активный ил	131,4 – 1187,5	0,29 – 0,75	1,25 – 1,86	4,38 – 11,43	н/о
Смесь отходов (ОСВ)	15,7 – 40,6	0,07 – 0,75	1,07 – 1,25	0,68 – 4,67	н/о

* не обнаружено

Пробы обрабатывались и исследовались в исходной влажности. Содержание водорастворимых соединений в сухой пробе рассчитывалось по содержанию сухого вещества в исследуемой пробе. Для определения содержания сухого вещества в исходных и обработанных пробах навеску материала весом 100 г (100 мл) выдерживали в сушильном шкафу при температуре не выше 70 градусов до постоянной массы. По сухому остатку определяли процентное содержание сухого вещества.

Исследования показали возможность существенного снижения содержания водорастворимых соединений цинка, свинца, меди, фтора за счет их осаждения при реагировании с вводимыми добавками. Эффективность осаждения зависит от вида добавки, ее содержания, условий смешения. В некоторых случаях ввод добавки может не оказывать влияния на эффективность осаждения или приводит к обратному эффекту. В условиях простого смешения обезвреживающей добавки с исследуемой пробой достигалось снижение концентрации водорастворимых

соединений цинка, меди и фтора, уменьшение концентрации водорастворимого свинца в этих условиях не обеспечивалось.

В процессе исследований установлено избирательное действие добавок на отдельные элементы. Например, известковая пыль обеспечила отличный эффект по цинку – уменьшение на 50 %, но не оказала влияние на медь. Добавка окалины, наоборот, привела к снижению содержания водорастворимой меди на 25 %, но не привела к осаждению цинка. В отношении фтора известь была значительно более эффективной – снижение на 53 %, чем окалина – снижение на 27 %. Суммарное снижение водорастворимых соединений исследуемых элементов составило для извести – 32, 2 %, для окалины – 32,6 %. Смешение сырого осадка с обезвреживающей добавкой в условиях нагрева способствовало существенному повышению эффекта в отношении меди: получено снижение ее водорастворимых ионов на 62–77 %. При нагреве возможно также получение эффекта в отношении свинца – снижение его водорастворимых форм на 25 %. Нагрев практически не оказывал влияние на эффективность осаждения фтора и несколько ухудшил достигнутый при использовании извести без нагрева эффект по цинку.

Таким образом, проведенные эксперименты убедительно доказали возможность эффективного обезвреживания ОСВ путем их обработки известковой пылью. Определенным потенциалом по обезвреживанию обладает также окалина производств черной металлургии, особенно в отношении водорастворимых соединений меди. Эффективность обезвреживания существенно выше в случае раздельной обработки сырого осадка и избыточного активного ила, чем их смеси.

Список использованных источников

1. Шевцов Н.М. Внутрипочвенная очистка и утилизация городских сточных вод. – М.: Агропромиздат, 1988. – 87 с.
2. Романов Е.М., Шабалова В.И., Бирюкова З.В., Жемкова Л.Н., Терехова Т.С. Экологические и технологические проблемы утилизации осадков сточных вод в земледелии // Почвы Сред. Поволжья и Урала, теория и практ. их использ. и охраны: Тез. докл. 12 конф. почвоведов, агрохимиков и земледелов Сред. Поволжья и Урала. Ч.2. Казан. Гос. ун-т. – Казань, 1991. – С. 259 – 262.
3. Hanify Douglas E., Duncan Steven P., Emmett Robert C., Brox Gunter H. Bioslurry reactor for treatment of slurries containing minerals, soils and sludges: Пат. 5227136 США, МКИ 5 В 01 F 7/16 (Envirotech Corp. – N612585; Заявл. 05.11.90; Опубл. 13.07.93; НКИ 422/225).
4. Петряев Е.П., Сосновская А.А., Субботина Н.Н., Ветров В.С., Василевский Г.М., Денисенко М.Ф. Радиационная технология получения удобрений из осадков станций биологической очистки сточных вод // Всес. Конф. по с.-х. радиол.: Тез. докл., Обнинск, 2–7 июня, 1990. Т.3. – Обнинск, 1990. – С. 27-29.